

**SOLAR CELLS COMPRISING CNT AND ITS MANUFACTURING METHOD**

Publication number: KR100649743 (B1)

Publication date: 2006-11-17

Inventor(s): LEE RO WOON [KR]; JANG JAE HYUK [KR]; GIL JAE HYOUNG [KR]; KIM SUNG HAN [KR]; KIM SANG JIN [KR]

Applicant(s): SAMSUNG ELECTRO MECH [KR]

Classification:

- International: H01L31/04; H01L31/04

- European:

Application number: KR20050099304 20051020

Priority number(s): KR20050099304 20051020

Abstract not available for KR 100649743 (B1)

---

Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide



(19) 대한민국특허청(KR)  
 (12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.

HO1L 31/04 (2006.01)

(45) 공고일자

2006년11월27일

(11) 등록번호

10-0649743

(24) 등록일자

2006년11월17일

(21) 출원번호 10-2005-0099304  
 (22) 출원일자 2005년10월20일  
 . 심사청구일자 2005년10월20일

(65) 공개번호

(43) 공개일자

(73) 특허권자 삼성전기주식회사  
 경기 수원시 영통구 매판3동 314번지

(72) 발명자 이로운  
 서울 중구 증림동 삼성아파트 110동 1602호

장재혁  
 경기 성남시 분당구 경자동 상록마을보성아파트 404-903

김재형  
 서울 송파구 삼전동 99-9

김성한  
 경기 수원시 영통구 매판동 207-57

김상진  
 경기 수원시 영통구 매판동 임광아파트 2동 801호

(74) 대리인 특허법인 케이에스

(56) 선행기술조사문현  
 1020050083243  
 \* 심사관에 의해 입증된 문현

심사관: 김종권

전체 청구항 수: 총 25 항

(54) CNT를 포함하는 태양전지 및 그 제조방법

(57) 요약

CNT를 포함하는 태양전지 및 그 제조방법이 제공된다.

본 발명은, 기판상에 형성된 배면전극; 상기 배면전극상에 형성된 전도성 탄소나노튜브(CNT:carbon nanotube) 배열체; 상기 배열체를 구성하는 개개의 탄소나노튜브 사이 및 그 배열체의 상부에 형성된, Ib-IIa-VIa족 원소를 포함하여 조성된 p-형 반도체층; 상기 반도체층상에 형성된 IIb-VIa족 원소를 포함하여 조성된 n-형 반도체층; 및 상기 n-형 반도체층상에

형성된 ZnO 원도우층;을 포함하는 변환효율이 우수한 CNT를 포함하는 태양전지와, 기판상에 배면전극을 형성하는 공정; 상기 형성된 배면전극상에 탄소나노튜브 배열체를 형성하는 공정; 상기 배열체를 구성하는 개개의 탄소나노튜브 사이 및 그 배열체의 상부에 Ib-IIIa-VIa족 원소를 포함하여 조성된 p-형 반도체층을 형성하는 공정; 상기 반도체층상에 IIb-VIa족 원소를 포함하여 조성된 n-형 반도체층을 형성하는 공정; 및 상기 n-형 반도체층상에 ZnO 원도우층을 형성하는 공정;을 포함하는 변환효율이 우수한 CNT를 포함하는 태양전지 제조방법에 관한 것이다.

대표도

도 2

### 특허청구의 범위

#### 청구항 1.

기판상에 형성된 배면전극;

상기 배면전극상에 형성된 전도성 탄소나노튜브(CNT:carbon nanotube) 배열체;

상기 배열체를 구성하는 개개의 탄소나노튜브 사이 및 그 배열체의 상부에 형성된, Ib-IIIb-VIb족 원소를 포함하여 조성된 p-형 반도체층;

상기 반도체층상에 형성된 IIb-VIa족 원소를 포함하여 조성된 n-형 반도체층; 및

상기 n-형 반도체층상에 형성된 ZnO 원도우층;을 포함하는 변환효율이 우수한 CNT를 포함하는 태양전지.

#### 청구항 2.

제 1항에 있어서, 상기 기판은 Cu호일, Al호일, Stainless steel 및 폴리미종 선택된 1종의 플렉시블 기판인 것을 특징으로 하는 CNT를 포함하는 태양전지.

#### 청구항 3.

제 1항에 있어서, 상기 배면전극은 Mo로 형성되며, 그 두께가 1~2 $\mu$ m인 것을 특징으로 하는 CNT를 포함하는 태양전지.

#### 청구항 4.

제 1항에 있어서, 상기 전도성 탄소나노튜브(carbon nanotube) 배열체를 구성하는 탄소나노튜브의 길이가 1~3 $\mu$ m인 것을 특징으로 하는 CNT를 포함하는 태양전지.

#### 청구항 5.

제 1항에 있어서, 상기 Ib-IIIa-VIa족 원소를 포함하여 조성되는 p-형 반도체층은, CuInSe<sub>2</sub>와 Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub>중 선택된 어느 하나로 형성된 CIS계 반도체층인 것을 특징으로 하는 CNT를 포함하는 태양전지.

#### 청구항 6.

제 1항에 있어서, 상기 IIb-VIa족 원소를 포함하여 조성된 n-형 반도체층이 CdS 반도체층인 것을 특징으로 하는 CNT를 포함하는 태양전지.

#### 청구항 7.

제 1항에 있어서, 상기 n-형 반도체층은 그 두께가 40~150nm인 것을 특징으로 하는 CNT를 포함하는 태양전지.

#### 청구항 8.

제 1항에 있어서, 상기 ZnO 원도우층은 그 두께가 50~100nm인 것을 특징으로 하는 CNT를 포함하는 태양전지.

#### 청구항 9.

제 1항에 있어서, 상기 원도우층상에 MgF<sub>2</sub>로 이루어진 반사방지층이 형성되어 있음을 특징으로 하는 CNT를 포함하는 태양전지.

#### 청구항 10.

기판상에 배면전극을 형성하는 공정;

상기 형성된 배면전극상에 탄소나노튜브 배열체를 형성하는 공정;

상기 배열체를 구성하는 개개의 탄소나노튜브 사이 및 그 배열체의 상부에 Ib-IIIb-VIb족 원소를 포함하여 조성된 p-형 반도체층을 형성하는 공정;

상기 반도체층상에 IIb-VIa족 원소를 포함하여 조성된 n-형 반도체층을 형성하는 공정; 및

상기 n-형 반도체층상에 ZnO 원도우층을 형성하는 공정;을 포함하는 변환효율이 우수한 CNT를 포함하는 태양전지 제조방법.

#### 청구항 11.

제 10항에 있어서, 상기 기판은 Cu호일, Al호일, Stainless steel 및 폴리미동 선택된 1종의 플라스틱 기판인 것을 특징으로 하는 CNT를 포함하는 태양전지 제조방법.

#### 청구항 12.

제 10항에 있어서, 상기 배면전극은 Mo를 sputtering함으로서 형성됨을 특징으로 하는 CNT를 포함하는 태양전지 제조방법.

#### 청구항 13.

제 10항에 있어서, 상기 전도성 탄소나노튜브(carbon nanotube) 배열체를 구성하는 탄소나노튜브의 길이가 1-3μm인 것을 특징으로 하는 CNT를 포함하는 태양전지 제조방법.

## 청구항 14.

제 10항에 있어서, 상기 Ib-IIIa-VIa족 원소를 포함하여 조성된 반도체층은,  $\text{CuInSe}_2$ 와  $\text{Cu}(\text{In},\text{Ga})\text{Se}_2$  중 선택된 어느 하나로 형성된 CIS계 반도체층인 것을 특징으로 하는 CNT를 포함하는 태양전지 제조방법.

## 청구항 15.

제 10항에 있어서, 상기 IIb-VIa족 원소를 포함하여 조성된 반도체층은 CdS 반도체층인 것을 특징으로 하는 CNT를 포함하는 태양전지 제조방법.

## 청구항 16.

제 10항에 있어서, 상기 n-형 반도체층은 그 두께가 40~150nm이며, CBD법으로 형성됨을 특징으로 하는 CNT를 포함하는 태양전지 제조방법.

## 청구항 17.

제 10항에 있어서, 상기 ZnO 원도우층은 그 두께가 50~100nm인 것을 특징으로 하는 CNT를 포함하는 태양전지.

## 청구항 18.

제 10항에 있어서, 상기 원도우층상에  $\text{MgF}_2$ 로 이루어진 반사방지층이 추가로 형성됨을 특징으로 하는 CNT를 포함하는 태양전지 제조방법.

## 청구항 19.

기판의 배면전극상에 길이 3~10nm의 전이금속층을 다수 형성하는 공정;

상기 형성된 전이금속층상에 사전설정된 길이를 갖는 탄소나노튜브들을 PECVD공정을 이용하여 형성하는 공정;

상기 형성된 탄소나노튜브들 주위에 Ib-IIIa-VIa족 원소를 포함하여 조성된 p-형 반도체층을 형성하는 공정;

상기 반도체층상에 IIb-VIa족 원소를 포함하여 조성된 n-형 반도체층을 형성하는 공정; 및

상기 n-형 반도체층상에 ZnO 원도우층을 형성하는 공정;을 포함하는 변환효율이 우수한 CNT를 포함하는 태양전지 제조방법.

## 청구항 20.

제 19항에 있어서, 상기 기판은 Cu호일, Al호일, Stainless steel 및 폴리머중 선택된 1종의 플렉시블 기판인 것을 특징으로 하는 CNT를 포함하는 태양전지 제조방법.

## 청구항 21.

제 19항에 있어서, 상기 전이금속층은 Fe와 Ni중 선택된 1종의 전이금속을 sputtering하여 형성됨을 특징으로 하는 CNT를 포함하는 태양전지 제조방법.

### 청구항 22.

제 19항에 있어서, 상기 전도성 탄소나노튜브(carbon nanotube) 배열체를 구성하는 탄소나노튜브의 길이가 1-3μm인 것을 특징으로 하는 CNT를 포함하는 태양전지 제조방법.

### 청구항 23.

제 19항에 있어서, 상기 Ib-IIIa-VIa족 원소를 포함하여 조성되는 반도체층은, CuInSe<sub>2</sub>와 Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub>중 선택된 어느 하나로 형성된 CIS계 반도체층인 것을 특징으로 하는 CNT를 포함하는 태양전지 제조방법.

### 청구항 24.

제 19항에 있어서, 상기 IIb-VIa족 원소를 포함하여 조성된 반도체층은 CdS 반도체층인 것을 특징으로 하는 CNT를 포함하는 태양전지 제조방법.

### 청구항 25.

제 19항에 있어서, 상기 원도우층상에 MgF<sub>2</sub>로 이루어진 반사방지층이 추가로 형성됨을 특징으로 하는 CNT를 포함하는 태양전지 제조방법.

명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 CNT를 포함하는 태양전지 및 그 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 탄소나노튜브(CNT)를 전극으로 이용함으로써 그 변환효율이 우수한 태양전지 및 그 제조방법에 관한 것이다.

태양전지는 반도체 p-n접합의 특성을 이용하여 태양의 빛에너지를 전기에너지로 변환시키는 디바이스로서 미래의 중요한 에너지원으로 인식되어지고 있다. 이중 주로 지상용 태양전지는 박막형 태양전지들이 사용되고 있는데, 그 종류로는 CuInSe<sub>2</sub>계 태양전지, 비정질 Si 태양전지, 그리고 CdTe 태양전지 등이 있다. 이들 중 CuInSe<sub>2</sub>계 태양전지는 변환효율 및 전지의 안정성 측면에서 비정질 Si 태양전지 보다 우수한 것으로 평가받고 있다. 이러한 CuInSe<sub>2</sub>로 대표되는 I-III-VI족 계화합물 반도체는 적접천이형 에너지 밴드갭을 가지고 있어, 평균수개수가  $1 \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$ 로 반도체층에서 가장 높아 두께 1~2μm의 박막으로도 고효율의 태양전지 제조가 가능하고 또한 장기적으로 전기광학적인 안정성이 매우 우수한 특성을 지니고 있다. 따라서 현재 사용되고 있는 고가의 결정질 실리콘 태양전지를 대체하여 태양광발전의 경제성을 확장적으로 향상시킬 수 있는 저가 고효율의 태양전지 제료로 부각되고 있다.

CIS계 태양전지의 개발은 CIS cell에 Ga나 S를 첨가함으로써 보다 그 효율을 증진시키는 방향으로 진행되고 있다.

상술하면, 초기 CIS 태양전지의 기판으로는 borosilicate glass나 염마된 세라믹 기판을 사용하였지만, 최근 들어서는 제조단가의 절감을 위하여 새로운 기판인 soda-lime glass가 사용되기 시작하였다. soda-lime glass를 사용할 경우 효율도 향상시킬 수 있는데, 이는 기판의 Na 성분이 박막의 결정성을 향상시키고, 또한 박막의 전도성을 소자의 효율에 영향을 미치기 때문이다. 또한 이제까지는 태양광의 효율적인 흡수를 위해 앞면 투명전극(window layer)으로 CdS를 사용하여 있으나, 최근에는 환경적인 문제로 ZnO를 많이 사용하고 있는 추세이다. 나아가, 플리이미드등과 같은 기판재료를 사용하여 가로성을 갖는 박막 태양전지 제조공정이 일본 특허 JP2003-179235호에 제시되어 있다.

도 1은 이러한 CIS계 재료를 광흡수층으로 사용하는 종래의  $\text{CuInSe}_2$  박막 태양전지의 축단면도이다. 도 1에 나타난 바와 같이, 종래의 태양전지(10)는 크게 유리기판(1)상에, 배면전극(3), 광흡수층(5), 베퍼층(6), 앞면 투명전극(7) 및 반사방지층(9)이 순차적으로 적층되어 형성된 구조를 가진다. 상기 단위박막들을 이루는 재료의 조성들은 다양하며, 또한 제조공정도 여리 물리적 화학적 박막 제조공정을 사용할 수 있다. 예컨대, 상기 배면전극(3)은 sputtering이나 e-beam evaporation를 사용하여 Mo을 증착함으로써 형성할 수 있으며, 상기 광흡수층(5)과 베퍼층(6)은 CBD법을 이용하여  $\text{Cu}(\text{In},\text{Ga})(\text{Se},\text{S})_2$ 와 CdS를 각각 증착시켜 형성할 수 있다. 또한 상기 전면 투명전극(7)은 sputtering이나 CVD법을 이용하여 ZnO로 형성할 수 있다.

한편, 상기와 같이 마련된 CIS계 태양전지는 태양에너지를 전기에너지로 변환시키는 반도체 소자로서 p형의 반도체와 n형의 반도체의 접합형태를 가지며, 그 기본구조가 다이오드와 동일하다. 즉, 외부에서 빛이 태양전지에 입사되었을 때, p-형 반도체의 전도대(conduction band) 전자는 입사된 광에너지에 의해 가전자대(valance band)로 여기 된다. 그리고 여기 된 전자는 p형 반도체 내부에 한개의 전자-정공쌍(EHP:electron hole pair)을 생성하게 된다. 이렇게 발생된 전자-정공쌍 중 전자는 p-n접합 사이에 존재하는 전기장에 의해 n형 반도체로 넘어가게 되어 외부에 전류를 공급할 수 있는 것이다.

그런데 상기 CIS계 태양전지에 있어서 흡수층으로 사용되는 p형 반도체는 다결정 재료특성 문제와 박막화에 따른 다른 재료과의 접합 문제로 인하여 여기된 전자와 정공의 재결합(recombination) 현상 등이 발생한다. 이에 따라 상기 CIS 태양전지는 그 효율이 수년간 경제상태로 되어 있는 실정으로, 이에 대한 새로운 해결책이 본 기술분야에서 요구되고 있는 실정이다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서 본 발명은 상기 종래기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 전도성 MWNT(Multi-wall Carbon nanotube)를 태양전지의 전극으로 이용함으로써 종래기술 대비 변환효율이 우수한 CNT를 포함하는 태양전지를 제공함을 그 목적으로 한다.

또한 본 발명은 그 변환효율이 우수한 CNT를 포함하는 태양전지 제조방법을 제공함을 그 목적으로 한다.

#### 발명의 구성

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은,

기판상에 형성된 배면전극;

상기 배면전극상에 형성된 전도성 탄소나노튜브(CNT:carbon nanotube) 배열체;

상기 배열체를 구성하는 개개의 탄소나노튜브 사이 및 그 배열체의 상부에 형성된, Ib-IIa-VIa족 원소를 포함하여 조성된 p-형 반도체층;

상기 반도체층상에 형성된 Ib-VIa족 원소를 포함하여 조성된 n-형 반도체층; 및

상기 n-형 반도체층상에 형성된 ZnO 원도우층;을 포함하는 변환효율이 우수한 CNT를 포함하는 태양전지에 관한 것이다.

또한 본 발명은,

기판상에 배면전극을 형성하는 공정;

상기 형성된 배면전극상에 탄소나노튜브 배열체를 형성하는 공정;

상기 배열체를 구성하는 개개의 탄소나노튜브 사이 및 그 배열체의 상부에 Ib-IIa-VIa족 원소를 포함하여 조성된 p-형 반도체층을 형성하는 공정;

상기 반도체층상에 IIb-VIa족 원소를 포함하여 조성된 n-형 반도체층을 형성하는 공정; 및

상기 n-형 반도체층상에 ZnO 원도우층을 형성하는 공정;을 포함하는 변환효율이 우수한 CNT를 포함하는 태양전지 제조 방법에 관한 것이다.

또한 본 발명은,

기판의 배면전극상에 길이 3-10nm의 전이금속층을 다수 형성하는 공정;

상기 형성된 전이금속층상에 사전설정된 길이를 갖는 탄소나노튜브들을 PECVD공정을 이용하여 형성하는 공정;

상기 형성된 탄소나노튜브들 주위에 Ib-IIa-VIa족 원소를 포함하여 조성된 p-형 반도체층을 형성하는 공정;

상기 반도체층상에 IIb-VIa족 원소를 포함하여 조성된 n-형 반도체층을 형성하는 공정; 및

상기 n-형 반도체층상에 ZnO 원도우층을 형성하는 공정;을 포함하는 변환효율이 우수한 CNT를 포함하는 태양전지 제조 방법에 관한 것이다.

이하, 첨부도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 CNT 태양전지의 측단면도이다.

도 2에 나타난 바와 같이, 본 발명의 태양전지(20)는, 기판(11)상에, 배면전극(12), 전도성 탄소나노튜브(carbon nanotube) 배열체(13), Ib-IIb-VIa족 원소를 포함하는 p-형 반도체층(15), IIb-VIa족 원소를 포함하는 n-형 반도체층(16) 및 ZnO 원도우층(17)을 순차적으로 적층하여 형성될 수 있으며, 아울러, 상기 ZnO 원도우층(17)상에 반사방지층(18)과 전면전극(19)이 추가로 포함할 수도 있다.

본 발명에서는 상기 기판(11)으로서 시공성등이 우수한 플렉시블(flexible) 기판을 이용함이 바람직하다. 이러한 플렉시블 기판의 예로는 Cu호일이나 Al호일, Stainless steel, 폴리이미드와 같은 폴리머를 들 수 있으며, 이들 중 선택된 1종을 기판재료로 이용함이 보다 소망스럽다.

상기 배면전극(12)은 Mo로 형성함이 바람직하며, 보다 바람직하게는 sputtering법을 이용하여 1~2 $\mu$ m 두께로 형성하는 것이다.

나아가, 상기 전도성 탄소나노튜브(carbon nanotube) 배열체(13)를 구성하는 개개의 나노튜브의 길이를 1-3 $\mu$ m로 제어함이 바람직하다.

본 발명의 태양전지(20)는 상기 탄소나노튜브(carbon nanotube) 배열체(13)를 구성하는 개개의 탄소튜브 사이 및 상기 배열체의 상부에 형성된, Ib-IIa-VIa족 원소를 포함하는 p-형 반도체층(및 흡수층:15)을 갖는다. 이러한 반도체층은 CuInSe<sub>2</sub>와 Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub>중 선택된 어느 하나로 형성된 CIS계 반도체층인 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는 상기 p-형 반도체층의 두께를 약 3 $\mu$ m로 제한하는 것이다.

그리고 상기 IIb-VIa족 원소를 포함하는 반도체층(16)은 n-형 반도체층으로서 상기 p-형 반도체층(15)과 pn 접합을 구성하고 있다. 상기 n-형 반도체층(16)은 CdS 반도체층임이 바람직하다. 보다 바람직하게는, 상기 n-형 반도체층(16)의 두께를 40-150nm로 제한하는 것이다.

또한 본 발명의 태양전지(20)은 상기 n-형 반도체층(16)상에 형성된 ZnO 윈도우층(window layer:17)을 포함한다. 상기 ZnO층은 태양전지로 입사된 빛을 상기 흡수층(15)으로 안내하고 그 빛의 반사를 억제하는 역할을 한다.

바람직하게는 상기 ZnO 윈도우층(17)의 두께를 50~100nm로 제한하는 것이다.

나아가 본 발명에서는 선택적으로 상기 윈도우층(17)상에 MgF<sub>2</sub>로 이루어진 반사방지층을 형성할 수도 있다. 또한 본 기술 분야의 당업자에게 자명한 바와 같이, 상기 윈도우층(17), 또는 반사방지층(18) 위에 Ni이나 Al으로 이루어진 전면전극(19)이 형성될 수 있다.

한편, 도 3(a)는 본 발명에 따른 태양전지에 빛이 조사되는 것을 보여주는 개략측면도이다. 그리고 도 3(b)는 도 3(a)의 태양전지를 구성하는 pn 접합부(A)에서의 MWNT(multi-wall carbon nanotube)의 FESEM사진이며, 도 3(c)는 도 3(a)의 태양전지를 구성하는 pn 접합부(A)에서의 collection factor의 개선원리를 보여주는 그림이다.

도 3(a)와 같이, 빛이 전지에 조사되면, photon energy가 ZnO 윈도우층(17)을 통과하고, 이어, CdS n-형 반도체층(16)을 지나 p-형 반도체층(15) 표면에 흡수된다. 이와 같이 빛에너지가 흡수되면, pn junction 원리로 전자가 여기 되면서 기전력에 영향을 주게 된다. 그런데 본 발명에서는 도 3(a),(b)에 나타난 바와 같이, 수직성장된 탄소나노튜브 배열체(13)를 전극으로 사용하며, 이러한 나노튜브전극이 도 3(c)와 같이 상기 흡수영역 근처에 존재하게 된다. 따라서 종래의 CIS 태양전지에서 발생하는 전자정공의 제결합 없이 여기된 전자가 끈바로 탄소나노튜브 전극을 통하여 흐를 수 있으므로 그 변환효율을 최대화시킬 수 있다. 또한 도 3(c)와 같이, 반도체내에서 junction의 표면적을 종래 대비 최대화할 수 있으므로 변환효율에 직접적으로 영향을 미치는 소수캐리어의 수를 늘려 collection factor를 보다 개선할 수 있는 것이다.

다음으로, 본 발명의 CNT 태양전지 제조공정을 설명한다.

도 4는 본 발명의 일시에 따른 CNT 태양전지의 제조공정도이다.

도 4(a)와 같이, 본 발명에서는 먼저, 기판(41)상에 배면전극(42)을 형성한다. 상기 기판은 그 제조된 태양전지의 시공성 등을 고려하여 플렉시블 기판인 것이 소망스럽다. 바람직하게는 상기 기판(41)을 Cu호일, Al호일, Stainless steel 및 풀리미 재료 중 선택된 1종으로 형성하는 것이다.

그리고 상기 배면전극(42)은 상기 기판(41)상에 Mo로 sputtering함으로써 형성할 수 있다. 보다 바람직하게는 상기 배면전극(42)의 두께를 1~2μm로 제한하는 것이다.

이어, 본 발명에서는 상기 형성된 배면전극(42)상에 탄소나노튜브 배열체(43)를 형성한다.

구체적으로, 본 발명에서는 도 4(b)와 같이, 상기 배면전극(42)상에 전이금속을 증착 형성한다. 이러한 전이금속의 증착은 통상의 E-beam evaporator를 이용하여 수행될 수 있다.

본 발명에서는 상기 전이금속으로 Fe나 Ni중 선택된 1종을 이용함이 바람직하다. 보다 바람직하게는, 상기 형성된 전이금속층(43a)의 길이를 3~10nm로 제한하는 것이다.

그리고 본 발명에서는 도 4(c)와 같이, 통상의 PECVD공정을 이용하여 상기 형성된 전이금속층(43a)에 field를 부과하면서 반응가스인 암모니아(NH<sub>3</sub>)와 아세틸렌(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>)을 사용하여 분해시킴으로써 탄소나노튜브 배열체(43)을 형성한다. 이 때, 본 발명에서는 상기 배열체(43)를 구성하는 나노튜브의 길이를 1~2μm로 제한함이 바람직하다.

그리고 본 발명에서는 도 4(d)와 같이, 상기 배열체를 구성하는 개개의 탄소튜브 사이 및 상기 배열체의 상부에 Ib-IIIa-VIa족 원소를 포함하는 재료를 이용하여 태양전지의 빛흡수층인 p-형 반도체층(45)을 형성한다. 즉, 상기 반도체층(45)은 상기 재료를 Co-evaporator법을 이용하여 상기 형성된 다수의 탄소나노튜브 주위에 증착함으로써 형성될 수 있다. 본 발명에서 상기 반도체층(45)은 CuInSe<sub>2</sub>와 Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub> 중 선택된 어느 하나로 형성된 CIS계 반도체층임이 바람직하다.

보다 바람직하게는 상기 p-형 반도체층(45)의 두께를 약 3μm로 제한하는 것이다.

다음으로, 도 4(e)와 같이, 상기 형성된 p-형 반도체층(45)상에 IIb-VIa족 원소를 포함하는 재료를 이용하여 n-형 반도체층(46)을 형성한다. 이러한 n-형 반도체층(46)은 바람직하게는 CBD(chemical bath deposition)법을 이용하여 마련될 수 있다.

또한 상기 n-형 반도체층(46)이 CdS 반도체층인 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는, 상기 n-형 반도체층의 두께를 40~150nm로 제한하는 것이다.

후속하여, 본 발명에서는 도 4(f)와 같이, 상기 n-형 반도체층(46)상에 통상의 sputtering법 등을 이용하여 ZnO 원도우층(47)을 형성한다. 바람직하게는 상기 ZnO 원도우층(47)의 두께를 50~100nm로 제한하는 것이다.

이어, 본 발명에서는 도 4(g)와 같이, 필요에 따라 상기 원도우층(47)상에 바람직하게는 E-beam evaporator법을 이용하여 MgF<sub>2</sub>로 이루어진 반사방지층(48)을 형성할 수도 있다.

그리고 상기 반사방지층(48)상에 통상의 E-beam evaporator법을 이용하여 Ni이나 Al으로 이루어진 전면전극(49)을 중착 형성함으로써 탄소나노튜브 배열체를 CIS태양전지의 전극으로 이용함으로써, 변환효율이 우수한 태양전지를 구현할 수 있는 것이다.

상기와 같이, 본 발명은 수직성장된 전도성 탄소나노튜브 배열체를 CIS태양전지의 전극으로 이용함으로써, 변환효율이 우수한 태양전지를 구현할 수 있는 것이다.

상기와 같이, 본 발명은 바람직한 일실시예를 들어 설명되었지만, 본 발명은 상기 기재내용에 제한되는 것은 아니다. 즉, 침부된 본원의 특히 청구범위의 기재범위내에서 다양한 모조나 개량이 가능하며, 이들 모두 본원의 기술적 범위에 속함은 이해되어야 할 것이다.

#### 발명의 효과

상술한 바와 같이, 본 발명은 전도성 탄소나노튜브를 CIS 태양전지의 전극으로 이용함으로써, p-n junction 표면적으로 최대화시켜 흡수층에 흡수된 빛에너지률 효과적으로 전기에너지로 변환함에 유용한 효과가 있다.

#### 도면의 간단한 설명

도 1은 종래의 태양전지 구조를 나타내는 측단면도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 CNT 포함하는 태양전지의 측단면도이다.

도 3(a)는 본 발명에 따른 태양전지에 빛이 조사되는 것을 보여주는 개략측면도이다.

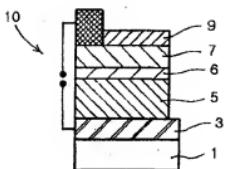
도 3(b)는 도 3(a)의 태양전지를 구성하는 p-n접합부(A)에서의 MWNT의 FESEMA사진이다.

도 3(c)는 도 3(a)의 태양전지를 구성하는 p-n접합부(A)에서의 collection factor의 개선원리를 보여주는 그림이다.

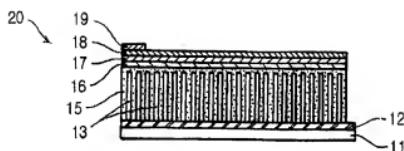
도 4는 본 발명의 일시예에 따른 CNT 태양전지의 제조공정도이다.

#### 도면

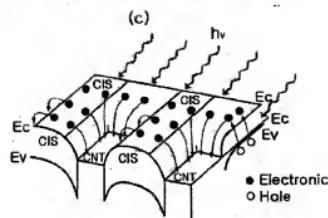
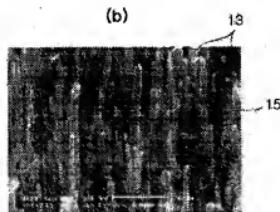
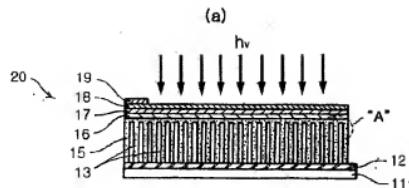
도면1



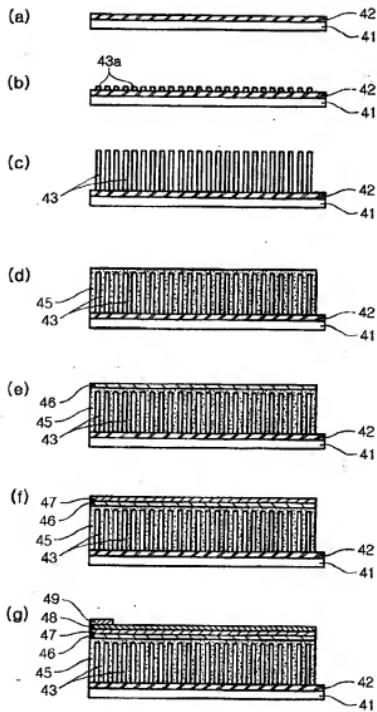
도면2



## 도면3



## 도면4



## KR Examined Patent Publication(B1)

## Bibliographic Data

Int.Cl.	H01L 31/04 (2006.01)
Published Date	2006-11-27
Registration No	10-0649743
Registration Date	2006-11-17
Application No	10-2005-0099304
Application Date	2005-10-20
Requested Date of Examination	2005-10-20
Agent	C&SipLOGOS PATENT AND LAW OFFICE
Inventor	Ro-Un Lee   Jae-Hyeok Jang   Jae-Hyeong Gil   Seong-Han Kim   Sang-Jin Kim
Right Holder	SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.
Examiner	Jong-Gwon Kim
Title of Invention	SOLAR CELL INCLUDING CNT AND FABRICATING METHOD THEREOF TO EFFECTIVELY CONVERT LIGHT ENERGY ABSORBED TO ABSORPTION LAYER INTO ELECTRICAL ENERGY
Title of Invention(KPA)	SOLAR CELL INCLUDING CNT AND FABRICATING METHOD THEREOF TO EFFECTIVELY CONVERT LIGHT ENERGY ABSORBED TO ABSORPTION LAYER INTO ELECTRICAL ENERGY

## Abstract(KPA)

**PURPOSE:** A solar cell including a CNT(carbon nanotube) is provided to form a solar cell including CNT with excellent conversion efficiency by using a conductive NWNT(multi-wall carbon nanotube) as an electrode of a solar cell.

**CONSTITUTION:** A back plate(12) is formed on a substrate(11). The substrate can be a flexible substrate of one of Cu foil, Al foil, stainless steel or polymer. A conductive CNT arrangement body(13) is formed on the back plate. A p-type semiconductor layer(15) is formed between the respective CNT of the arrangement body and on the arrangement body, including I<sub>b</sub>-I<sub>II</sub>-V<sub>b</sub> group elements. An n-type semiconductor layer(16) is formed on the semiconductor layer, including I<sub>b</sub>-Via group elements. A ZnO window layer(17) is formed on the n-type semiconductor layer.

© KIPO 2007

## Abstract

Provided is the solar battery including CNT and a method of manufacture thereof.

The present invention relates to the solar battery, including CNT with a superior conversion efficiency including the back plate formed in the top of the substrate, the conductive carbon nanotube (CNT:carbon nanotube) array formed on the back plate, the p-type semiconductor layer, the n-type semiconductor layer formed including the I<sub>b</sub>-Via group element formed in the above semiconductor layer, and the ZnO window layer formed on the n-type semiconductor layer and the process- method for fabricating solar cell including CNT with a superior conversion efficiency including the process of forming the carbon nanotube array, the process of forming the p-type semiconductor layer, the process of forming the n-type semiconductor layer formed including the I<sub>b</sub>-Via group element on the above semiconductor layer, and the process of forming the ZnO window layer on the n-type semiconductor layer on the formed back plate as described above of forming the back plate on the top of the substrate. The p-type semiconductor layer and is formed for each carbon nanotube comprising array on the top of the array and is formed including the I<sub>b</sub>-I<sub>II</sub>-Via group element. The process of forming the p-type semiconductor layer and is formed for each carbon nanotube comprising array on the top of the array including the I<sub>b</sub>-I<sub>II</sub>-Via group element.

## Representative drawing

Fig. 2

## Keyword(s)

The solar battery, the carbon nanotube, and CIS.

## Description

#### ■ Brief explanation of the drawing

Figure 1 is a side sectional view showing the conventional structure for solar cell.

Figure 2 is a side sectional view of the solar battery included with CNT according to the embodiment of the present invention.

Figure 3(a) is the schematic side view which shows that the light is irradiated in the solar battery.

Figure 3(b) is the FESEM photograph of MWNT at the p-n junction (A) comprising the solar battery of Figure 3(a).

Figure 3(c) is the drawing showing the improvement principles of the collection factor at the p-n junction (A) comprising the solar battery of Figure 3(a).

Figure 4 is a fabrication diagram of the CNT solar battery according to the time-and-date example of the present invention.

#### ■ Background Art

The present invention relates to the solar battery including CNT and a method of manufacture thereof, more particularly, to the solar battery with a superior conversion efficiency the , carbon nanotube (CNT) is used as electrode and manufacturing method.

The solar battery is acknowledged as the important energy source of future as the device which changes the light energy of the sun to the electrical energy by utilizing the property of the semiconductor p-n junction. The kind CuInSe<sub>3</sub> the solar battery for the ground thin film type solar batteries are mainly dualy used.<sup>21</sup> It has the system solar battery, the amorphous Si solar battery and CdTe solar battery etc. These middle CuInSe<sub>2</sub> In the system solar battery is the stability side of the conversion efficiency and battery, it is reviewed that it is excellent than the amorphous Si solar battery. This CuInSe<sub>2</sub> The light extinction coefficient is  $1 \times 10$  the I-III-VI family system compound semiconductor represented with furnace has the direct transiton energy band gap,  $5\text{cm}^{-1}$  It is the highest among the furnace semiconductor and it is possible for the production of solar battery of the high efficiency and the moreover the long term electro-optical stability carries the property of being very excellent through the thin film of the thickness  $1 \sim 2\mu\text{m}$ . Therefore, the base replacing the overhead crystalline silicon solar cell being used currently and conspicuously can improve the profitability of the light power generation is highlighted as the solar battery material of the high efficiency.

The development of the CIS system solar battery is progressed as the direction which more improves the efficiency by adding Ga or S in the CIS cell.

If it described in detail, the borosulfate glass or the ground ceramic substrate was used as the substrate of the initial CIS solar battery. However, the soda-lime glass which was the substrate which was new for the saving of the fabrication cost entering began to be used. Efficiency can improve in case of using the soda-lime glass. As to this, the Na component of substrate improves the crystalline of the thin film. Moreover, the conductivity of the thin film influence is due to be reached on the efficiency of device. Moreover, cDS had been being so far used as the front side transparent electrode (window layer) for the efficient absorption of sunlight. But it recently is the trend that very much uses ZnO as the problem. Furthermore, the thin film solar cell manufacturing process which has the flexibility by using the substrate material including polyimide etc. is presented in JP2003-179238 A.

Figure 1 is a conventional CuInSe which the CIS system material is used for the light absorption layer being like that,It is the side sectional view of the thin film solar cell. As shown in it shows up in fig. 1, the conventional solar battery (10) has the structure of the back plate (3), light absorption layer (5), buffer layer (6), front side transparent electrode (7) and anti-reflective layer (9) being laminated and formed on the glass substrates (1). The di amount the composition of the materials comprised unit films are. And moreover, the manufacturing process can use the different physical chemical thin film manufacture processing. For example, the Cu (In,Ga) the light absorption layer (5) and buffer layer (6) use the CBD method since the e-beam evaporation deposits Mo by using sputtering or the e-beam evaporation the back plate (3) can form (Se,Si)<sub>2</sub>CdS each is evaporated and it can form. Moreover, the front side transparent electrode (7) can form into ZnO by using sputtering or the chemical vapor deposition.

In the meantime, as described above, the prepared CIS system solar battery has the joining shape of the semiconductor of the semiconductor of p-type and n-type as the semiconductor device changing the solar energy to the electrical energy. And the basic structure is identical with diode. That is, in outside, when the light was income in the solar battery, the condition band (conduction band) electronics of the p-type semiconductor is excited to the valence band (valence band) with the optical energy which is income. And the excited electronics produces one electron-hole pair (EHP:electron hole pair) inside the P-type semiconductor. In this way, supplies current to outside the electronics goes over to the N-type semiconductor among the generated former base - electron-hole pair with the electric field existing between the p-n junction.

But as to the CIS system solar battery, the P-type semiconductor used as absorber the recombination phenomenon of hole and the excited electronics etc. is generated due to the bonding problem with the other interface according to the poly-crystal material characteristic problem and thinning. Accordingly, the CIS solar battery the new solution about this is requested to the actual condition in which the efficiency is to for several years plateau in this technical field.

#### ■ Technical Task

Therefore, the present invention is done by the purpose to provide the solar battery including the CNT with a superior prior art comparison conversion efficiency the conductivity MWNT (Multi-wall Carbon nanotube) is used as the electrode of the solar battery is to solve problems with the conventional technology worked out.

Moreover, the present invention is done by the purpose to provide the method for fabricating solar cell including the CNT with a superior change efficiency.

#### ■ Structure & Operation of the Invention

Purpose is accomplished. And the present invention relates to the solar battery including CNT with a superior conversion efficiency including the back plate formed in the top of the substrate, the conductive carbon nanotube (CNT: carbon nanotube) array formed on the back plate, the p-type semiconductor layer, the n-type semiconductor layer formed including the Ib-Vla group element formed in the above semiconductor layer, and the ZnO window layer formed on the n-type semiconductor layer. The p-type semiconductor layer and is formed for each carbon nanotube comprising array on the top of the array and is formed including the Ib-IIIa-Vla group element.

Moreover, the present invention relates to the method for fabricating solar cell including CNT with a superior conversion efficiency including the process of forming the carbon nanotube array, the process of forming the p-type semiconductor layer, the process of forming the n-type semiconductor layer formed including the Ib-Vla group element on the above semiconductor layer, and the process of forming the ZnO window layer on the n-type semiconductor layer on the process of forming the back plate on the top of the substrate, and the formed back plate as described above. The process of forming the p-type semiconductor layer and is formed for each carbon nanotube comprising array on the top of the array including the Ib-IIIa-Vla group element.

Moreover, the present invention relates to the method for fabricating solar cell including CNT with a superior conversion efficiency including the process of forming the p-type semiconductor layer formed including the Ib-IIIa-Vla group element, the process of forming the n-type semiconductor layer formed including the Ib-Vla group element on the above semiconductor layer, and the process of forming the ZnO window layer on the n-type semiconductor layer in the process of forming the transition metal layer of the length 3-10nm on the back plate of substrate with multiple, the process of forming carbon nanotubes having the preset length on the formed transition metal layer as described above by using the PC CVD process, and the formed carbon nanotube surrounding as described above.

Hereinafter, the present invention is particularly illustrated with reference to the attached view.

Figure 2 is a side sectional view of the CNT solar battery according to the embodiment of the present invention.

As shown in it shows up in fig. 2, it laminates the n-type semiconductor layer (16) and the ZnO window layer (17) including P-type semiconductor layer (15), and Ib-Vla group element including P-type semiconductor layer (15), and Ib-Vla group element in successively and the solar battery (20) of the present invention can be formed. And the anti-reflective layer (18) and front electrode (19) additionally additionally can include on the ZnO window layer (17).

In the present invention, it is desirable to use the flexible substrate with a superior application property as the substrate (11) etc. For example, the Cu foil or the Al foil, the Stainless steel, and the Polymer like polyimide can be given of this flexible substrate. And it more desires to use the chosen with these middle first class as the substrate material.

It is desirable to the back plate (12) form into Mo. And it forms into 1~2 $\mu$ m thickness more preferably, by using the sputtering method.

Furthermore, the length is desirable to control the length of each nanotube comprising the conductive carbon nanotube (carbon nanotube) array (13) to 1~3 $\mu$ m.

The solar battery (20) of the present invention has the p-type semiconductor layer (light absorption layer:15) including the Ib-IIIa-Vla group element which and is formed on the top of array for each carbon tube comprising the carbon nanotube (carbon nanotube) array (13). This semiconductor layer is CuInSe<sub>2</sub>-Cu (In,Ga)Se<sub>2</sub>. It is preferable that it is the CIS system semiconductor layer formed with one selected with middle. More preferably, the thickness of the p-type semiconductor layer is limited to about 3 $\mu$ m.

And the semiconductor layer (16) including the Ib-Vla group element comprises the p-type semiconductor layer (15) and PN junction as the n-type semiconductor layer. The n-type semiconductor layer (16) the CdS semiconductor layer is desirable. More preferably, the thickness of the , n-type semiconductor layer (16) is limited to 40~150nm.

Moreover, the solar battery (20) of the present invention is equipped with the ZnO window layer (window layer:17) formed on the n-type semiconductor layer (16). The ZnO layer play a role of suppressing the reflection of the light which is income to the solar battery is guided to the absorber (15).

Preferably, the thickness of the ZnO window layer (17) is limited to 50~100nm.

Furthermore, the present invention, selectively, MgF on the window layer (17),<sub>2</sub> The made anti-reflective layer can be formed. Moreover, as shown it is obvious to the person skilled in the art of this technical field, the front electrode (19) consisting of Ni or Al can be formed on the window layer (17) or the anti-reflective layer (18).

In the meantime, figure 3(a) is the schematic side view which shows that the light is irradiated in the solar battery. And figure 3(b) is the FESEM photograph of the MWNT (multi-wall carbon nanotube) at the P-N junction (A) comprising the solar battery of Figure 3(a). And Figure 3(c) is the drawing showing the improvement principles of the collection factor at the P-N junction (A) comprising the solar battery of Figure 3(a).

If the light is irradiated like Figure 3(a) in battery, the photon energy passes through the ZnO window layer (17). Subsequently the CdS n-type semiconductor layer (16) is passed and the light is absorbed into the p-type semiconductor layer (15) surface. In this

way, if the light energy is absorbed, it affects the electromotive force while the electronics is excited to the pn junction principles. But in the present invention, as shown in it shows up in Figure 3(a), and (b), the carbon nanotube array (13) which becomes with the vertical growth is used as electrode. And this nanotube electrode exists in the absorption region neighborhood like Figure 3(c). Therefore, since the excited electronics immediately can stream down without the recombination of the electron hole generated in the conventional CIS solar battery through the carbon nano tube electrode, the conversion efficiency can be maximized. Moreover, it is increased the number of minority carrier which directly has an effect on the conversion efficiency like Figure 3(c) since the conventional comparison maximizing the surface area of junction in semiconductor and the collection factor can be more improved.

Next, the CNT production of solar battery process of the present invention is illustrated.

Figure 4 is a fabrication diagram of the CNT solar battery according to the time-and-date example of the present invention.

In the present invention like Figure 4(a), firstly the back plate (42) is formed on the substrate (41). Substrate desires what is the flexible substrate in consideration of the application property of the manufactured solar battery etc. Preferably, the substrate (41) is formed into the selected first class among the Cu foil, the Al foil, and the Stainless steel and polymer material.

And the back plate (42) can form into Mo on the substrate (41) as the sputtering box. More preferably, the thickness of the back plate (42) is limited to 1~2 $\mu$ m.

Subsequently, in the present invention, the carbon nanotube array (43) is formed on the formed back plate (42) as described above.

Concretely, in the present invention, the transition metal is formed like Figure 4(b) on the back plate (42) with evaporation. The evaporation of this transition metal can be performed by using the normal E-beam evaporator.

In the present invention, it is desirable to take advantage of the first class selected as the transition metal out of Fe or Ni. More preferably, the length of the transition metal layer (43a) which the , above statement is formed is limited to 3~10nm.

And the ammonia (NH which is the reaction gas while imposing the field on the formed transition metal layer (43a) as described above by using the normal PC CVD process in the present invention like Figure 4(c). Acetylene (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) by dissolving by using the carbon nanotube array (43) is hung form. At this time, in the present invention, the length is desirable to limit the length of the nanotube comprising the array (43) to 1~2 $\mu$ m.

And in the present invention, by using the material which and includes the Ib-IIIa-VIA group element on the top of array for each carbon tube comprising array, the p-type semiconductor layer (45) which is the light absorption layer of the solar battery is formed like Figure 4(d). That is, by depositing material on the carbon nanotube surrounding of the formed multiple as described above by using the Co-evaporator method the above semiconductor layer (45) can be formed. The above semiconductor layer (45) is the CuInSe in the present invention. Cu<sub>2</sub>(In<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>)Se<sub>2</sub> The CIS system semiconductor layer is desirable formed with one selected with middle.

More preferably, the thickness of the p-type semiconductor layer (45) is limited to about 3 $\mu$ m.

Next, by using the material including the Ib-VIA group element on the formed p-type semiconductor layer (45) as described above, the n-type semiconductor layer (46) is formed like Figure 4(e). This n-type semiconductor layer (46) can be prepared preferably by using the CBD (chemical bath deposition) method.

Moreover, it is preferable that the n-type semiconductor layer (46) is the CdS semiconductor layer. More preferably, the thickness of the n-type semiconductor layer is limited to 40~150nm.

It follows. The ZnO window layer (47) is formed at the present invention like Figure 4(f) by using the normal sputtering method etc. on the n-type semiconductor layer (46). Preferably, the thickness of the ZnO window layer (47) is limited to 50~100nm.

Subsequently, mgF preferably the E-beam evapator method is used of the present invention like Figure 4(g) according to need on the window layer (47). The made anti-reflective layer (48) can be formed.

And the solar battery which includes the carbon nanotube array (43) by forming the front electrode (49) consisting of Ni or Al with evaporation by using the normal E-beam evaporator method on the anti-reflective layer (48), can be formed.

As described above, the present invention can implement the solar battery with a superior conversion efficiency the conductive carbon nanotube array which becomes with the vertical growth is used as the electrode of the CIS solar battery.

As described above, it gave the desirable embodiment and the present invention was explained. However, the present invention is not limited in the statement content. That is, possible for dummy or the various reorganization in the record range of the patent claim of the attached present application. And it should be understood to belong altogether to these to the technical scope of the present application.

#### ■ Effects of the Invention

As described above, the present invention has the effect that the conductive carbon nanotube is used as the electrode of the CIS solar battery. In that way the light energy which superficially maximizes the p-n junction and is absorbed into absorber is effectively converted into the electrical energy, it is useful.

## Scope of Claims

### ■ Claim 1:

The solar battery including CNT with a superior conversion efficiency including the back plate formed in the top of the substrate, the conductive carbon nanotube (CNT-carbon nanotube) array formed on the back plate, the p-type semiconductor layer, the n-type semiconductor layer formed including the IIb-VIa group element formed in the above semiconductor layer, and the ZnO window layer formed on the n-type semiconductor layer. The p-type semiconductor layer and is formed for each carbon nanotube comprising array on the top of the array and is formed including the Ib-IIIb-Vb group element.

### ■ Claim 2:

The solar battery including CNT of claim 1, wherein substrate is the flexible substrate selected between the Cu foil, the Al foil, and the Stainless steel and Polymer of the first class.

### ■ Claim 3:

The solar battery including CNT of claim 1, wherein the back plate is formed with Mo; and the thickness is 1~2 $\mu$ m.

### ■ Claim 4:

The solar battery including CNT of claim 1, wherein the length of the carbon nanotube comprising the conductive carbon nanotube array is 1~3 $\mu$ m.

### ■ Claim 5:

The p-type semiconductor layer, is CuInSe of claim 1, wherein it is formed including the Ib-IIIa-VIa group element, Cu (In,Ga) Se<sub>2</sub>. The solar battery including CNT wherein it is the CIS system semiconductor layer formed with one selected with middle.

### ■ Claim 6:

The solar battery including CNT of claim 1, wherein the n-type semiconductor layer formed including the IIb-VIa group element is the CdS semiconductor layer.

### ■ Claim 7:

The solar battery including CNT of claim 1, wherein in the n-type semiconductor layer, the thickness is 40~150nm.

### ■ Claim 8:

The solar battery including CNT of claim 1, wherein in the ZnO window layer, the thickness is 50~100nm.

### ■ Claim 9:

MgF on the window layer as to claim 1. The solar battery including CNT, wherein the anti-reflective layer made with furnace is formed.

### ■ Claim 10:

The method for fabricating solar cell including CNT with a superior conversion efficiency including the process of forming the carbon nanotube array, the process of forming the p-type semiconductor layer, the process of forming the n-type semiconductor layer formed including the IIb-VIa group element on the above semiconductor layer, and the process of forming the ZnO window layer on the n-type semiconductor layer on the process of forming the back plate on the top of the substrate, and the formed back plate as described above. The process of forming the p-type semiconductor layer and is formed for each carbon nanotube comprising array on the top of the array including the Ib-IIIb-Vb group element.

### ■ Claim 11:

The method for fabricating solar cell including CNT of claim 10, wherein substrate is the flexible substrate selected between the Cu foil, the Al foil, and the Stainless steel and Polymer of the first class.

### ■ Claim 12:

The method for fabricating solar cell including CNT of claim 10, wherein the back plate is formed with Mo as the sputtering box.

### ■ Claim 13:

The method for fabricating solar cell including CNT of claim 10, wherein the length of the carbon nanotube comprising the conductive carbon nanotube array is 1-3 $\mu$ m.

■ Claim 14:

The semiconductor layer, is CuInSe of claim 10, wherein it is formed including the Ib-IIa-Via group element<sub>2</sub>Cu (In,Ga) Se<sub>2</sub>. The method for fabricating solar cell including CNT wherein it is the CIS system semiconductor layer formed with one selected with middle.

■ Claim 15:

The method for fabricating solar cell including CNT of claim 10, wherein the semiconductor layer formed including the IIb-Via group element is the CdS semiconductor layer.

■ Claim 16:

The method for fabricating solar cell including CNT of claim 10, wherein in the n-type semiconductor layer, the thickness is formed with 40-150nm, the CBD method.

■ Claim 17:

The solar battery including CNT of claim 10, wherein in the ZnO window layer, the thickness is 50~100nm.

■ Claim 18:

MgF on the window layer as to claim 10. The method for fabricating solar cell including CNT, wherein the anti-reflective layer is additionally formed.

■ Claim 19:

The method for fabricating solar cell including CNT with a superior conversion efficiency including the process of forming the p-type semiconductor layer formed including the Ib-IIa-Via group element, the process of forming the n-type semiconductor layer formed including the IIb-Via group element on the above semiconductor layer, and the process of forming the ZnO window layer on the n-type semiconductor layer in the process of forming the transition metal layer of the length 3-10nm on the back plate of substrate with multiple, the process of forming carbon nanotubes having the preset length on the formed transition metal layer as described above by using the PC CVD process, and the formed carbon nanotube surrounding as described above.

■ Claim 20:

The method for fabricating solar cell including CNT of claim 19, wherein substrate is the flexible substrate selected between the Cu foil, the Al foil, and the Stainless steel and Polymer of the first class.

■ Claim 21:

The method for fabricating solar cell including CNT of claim 19, wherein the transition metal layer is sputtering and it is formed with the selected transition metal of the first class as the among Fe and Ni.

■ Claim 22:

The method for fabricating solar cell including CNT of claim 19, wherein the length of the carbon nanotube comprising the conductive carbon nanotube array is 1-3 $\mu$ m.

■ Claim 23:

The semiconductor layer, is CuInSe of claim 19, wherein it is formed including the Ib-IIa-Via group element<sub>2</sub>Cu (In,Ga) Se<sub>2</sub>. The method for fabricating solar cell including CNT wherein it is the CIS system semiconductor layer formed with one selected with middle.

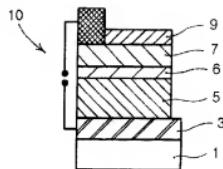
■ Claim 24:

The method for fabricating solar cell including CNT of claim 19, wherein the semiconductor layer formed including the IIb-Via group element is the CdS semiconductor layer.

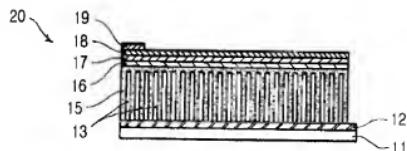
■ Claim 25:

MgF on the window layer as to claim 19. The method for fabricating solar cell including CNT, wherein the anti-reflective layer is additionally formed.

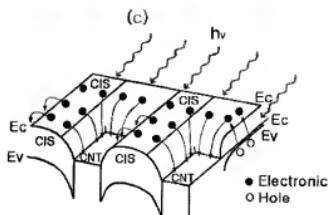
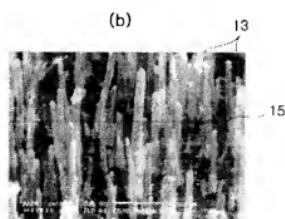
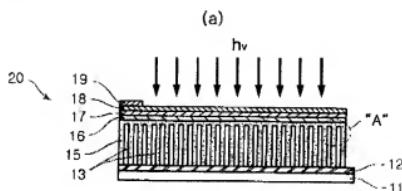
■ Fig. 1



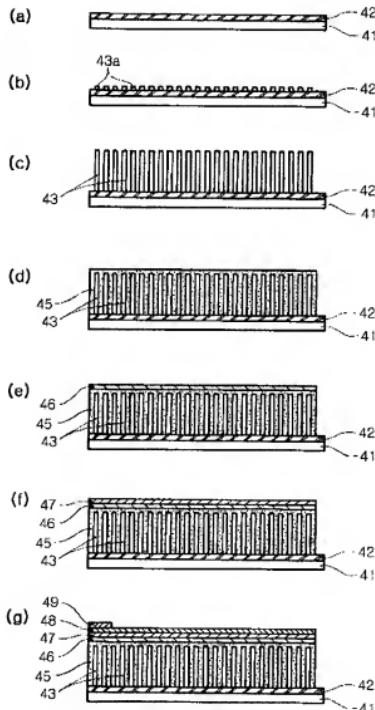
■ Fig. 2



■ Fig. 3



■ Fig. 4



#### Legal Status

Date	Type of Document	Status
20051020	Patent Application	Received
20060828	Amendment of Bibliography	Received
20061115	Written Decision on Registration	Delivery Completed

#### Disclaimer

This English text above is machine translation provided by KIPI for information only.

It cannot be used for legal purposes or distributed to the public without prior written consent of the KIPI.

KIPI does not warrant that this translation is accurate, complete, or free from defects, and nor is KIPI responsible for any damage related to this translation.

Not-translated word will be marked with asterisks (\* \* \*).